

(21) Aktenzeichen: P 43 41 826.0-34  
 (22) Anmeldetag: 8. 12. 1993  
 (43) Offenlegungstag: 23. 6. 1994  
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 7. 11. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(65) Innere Priorität:

P 42 42 958. 7 18. 12. 1992

(73) Patentinhaber:

Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489 Berlin

(72) Erfinder:

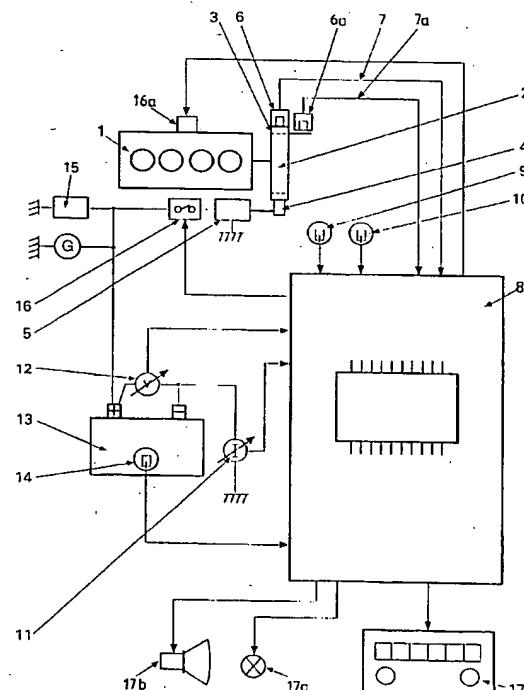
Langnickel, Wolfgang, Dipl.-Ing., 38527 Meine, DE;  
 Trautmann, Wilhelm, 38547 Calberlah, DE;  
 Heidemeyer, Paulus, Dipl.-Ing., 38442 Wolfsburg, DE;  
 Alt, Wilfried, 38162 Cremlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 12 629 C2  
 DE 28 03 145 C2  
 DE 39 01 680 A1

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers

(55) Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers (13), aus dem ein Anlasser (5) einer von einer Steuereinrichtung (8) beeinflussbaren Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) und/oder andere elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie versorgbar sind, mit dem Verfahrensschritt  
 a) Messung der Spannung während des Anlassvorgangs,  
 b) Messung der Temperatur des Energiespeichers (13),  
 c) Erfassung wenigstens eines Zeitpunktes, der in Beziehung steht zum Durchlauf wenigstens eines Hubkolbens durch eine Totpunktlage,  
 d) Speicherung wenigstens eines Spannungswertes zu demjenigen Zeitpunkt gemäß Schritt c),  
 e) Umrechnung des Spannungswertes in eine den Ladezustand charakterisierende Größe,  
 f) Beendigung der Messung beim Vorliegen eines vorgegebenen Kriteriums, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Schrittes c)  
 c1) auch der aus dem Energiespeicher (13) abfließende Strom gemessen wird,  
 c2) der gemessene Strom wenigstens einmal nach der Zeit differenziert wird,  
 und eine Speicherung gemäß Schritt d) dann erfolgt, wenn der Stromverlauf über der Zeit einen relativen Extremwert ( $dJ/dt = 0$ ) oder einen Wendepunkt ( $d^2J/dt^2 = 0$ ) aufweist.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers.

[0002] Aus der DE 39 01 680 A1 ist ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors bekannt, bei dem die Starterbatterie zeitweise mit einem elektrischen Widerstand belastet und die an dem Widerstand abfallende Spannung gemessen und daraus durch Vergleich mit Erfahrungswerten festgestellt wird, ob die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie noch gegeben ist, wobei der zeitliche Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlussklemmen des elektrischen Anlassers beobachtet und ausgewertet wird. Vorzugsweise wird die Differenz zwischen der Leerlaufspannung der Batterie und den während des Startvorganges auftretenden Spannungsminima ermittelt und festgestellt, ob diese Differenz einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet. Die Spannungsminima stehen dabei zu einem zur Totpunktage des Hubkolbens in Beziehung stehenden Zeitpunkt.

[0003] Aus der DE 37 12 629 C2 ist eine Messvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeubatterie bekannt, die von einem Ladesystem aufgeladen wird, das einen von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Drehstromgenerator aufweist, mit einem Spannungsfühler zur Messung der Klemmspannung der Batterie, einem Stromfühler zur Erfassung des Laststroms der Batterie, einem Temperaturfühler zur Erfassung einer Batterietemperatur und zur Erzeugung eines entsprechenden Temperatursignals und einer Einrichtung, die anhand dieser erfassten Messgrößen ein Signal entsprechend der Batterielebensdauer erzeugt, wobei die Einrichtung aus je einer Batteriespannung und je einem zugehörigen Laststromwert, die vor und nach dem erstmaligen Anlassen bei voll geladenem Zustand der Batterie gemessen sind, einen Anfangswert des inneren Widerstandes der Batterie ermittelt, diesen Wert temperaturkompensiert, indem die durch den Temperaturfühler vor und nach dem Anlassen erfassten Batterietemperaturen verwendet wird sowie ein Temperaturkompensationskoeffizient, der vorher unter Berücksichtigung der Temperatur des Ladesystems einschließlich Motor und Anlasser experimentell ermittelt wurde, und den so erhaltenen kompensierten Anfangswert des Innenwiderstandes speichert.

[0004] Aus je einer Batteriespannung und je einem Laststromwert, die vor und nach dem Anlassen während des weiteren normalen Betriebs der Batterie gemessen sind, den momentanen Wert ihres inneren Widerstandes ermittelt und den so ermittelten Wert ebenso wie den Anfangswert temperaturkompensiert, um einen temperaturkompensierten momentanen Wert des Innenwiderstandes zu erhalten.

[0005] Aus den so ermittelten Widerstandswerten ein Verhältnis bildet und dieses Widerstandsverhältnis mit einem Grenzwert zur Ermittlung der tatsächlichen Batterielebensdauer vergleicht, nach Maßgabe des Vergleichs ein Signal erzeugt wird und eine Anzeigeeinrichtung aufweist, die das erzeugte Signal als die ermittelte Batterielebensdauer anzeigt.

[0006] Aus der DE 28 03 145 C2 ist ein Verfahren zum automatischen Abstellen und erneuten Starten eines Motors eines Kraftfahrzeuges zur Kraftstoffeinsparung bekannt, wobei das Abstellen des Motors beim Anhalten des Kraftfahrzeugs dann erfolgt, wenn die aktuelle Fahrgeschwindigkeit geringer als eine untere Mindestgeschwindigkeit und der Ladezustand der Batterie ausreichend ist und Fahrpedal und Kupplungspedal nicht betätigt sind, wobei der Motor, zunächst durch Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr, dann mit einer vorgegebenen Zeitverzögerung T2 abgestellt wird,

wenn zu den obengenannten Bedingungen seit der vorherigen Überschreitung der Mindestgeschwindigkeit eine vorgegebene Zeitspanne T1 abgelaufen ist und die Motortemperatur eine vorgegebene Mindesttemperatur erreicht hat und dass anschließend bei Stillstand des Fahrzeugs die Zündung dann abgeschaltet wird, wenn die genannten Bedingungen für die Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr im Stand erfüllt und eine vorgegebene Verzögerungszeit nach der Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr abgelaufen ist.

[0007] Nachteilig an den bekannten Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers ist, dass diese zu ungenau sind und keinen sicheren Rückschluss auf den Ladezustand erlauben, so dass deren Einsatz insbesondere bei einem Kraftfahrzeug mit automatischer Motorabschaltung problematisch ist.

[0008] Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers zu schaffen, mittels derer der Ladezustand genauer ermittelbar ist.

[0009] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 2, 3, 7 und 14. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Die Grundüberlegung bei allen Lösungsvarianten liegt darin, dass die Bestimmung des Ladezustandes am genauesten während eines Startvorganges bestimmen lässt. Dabei hat es sich weiter erwiesen, dass bei Hubkolben-Brennkraftmaschinen die während des Anlassvorganges erfassten Spannungswerte zum Zeitpunkt des Durchlaufens der Totpunktlagen eine gute Aussagekraft zum Ladezustand des elektrischen Energiespeichers aufweisen. Ausschlaggebend ist also nicht so sehr der zeitliche Verlauf der Spannung, sondern deren Betrag zu einem definierten Zeitpunkt. Es hat sich herausgestellt, dass die während des Startvorganges aus dem elektrischen Energiespeicher entnommene Ladungsmenge nur geringfügig von dessen Temperatur und Zustand abhängt. Demnach sind beispielsweise für den Stromverlauf des Anlassvorganges und die relativen Strommaxima die

Beschleunigung der trägen Rotationsmassen sowie die zunehmende Verdichtung während der Kompression innerhalb der Brennkraftmaschine ursächlich. Da diese Größen im Normalfall über lange Betriebsdauern der Brennkraftmaschine hinweg konstant bleiben, können somit bei Kenntnis von Temperatur und Spannung zuverlässig Aussagen über den Ladezustand des elektrischen Energiespeichers getroffen werden. Deshalb wird in einer ersten Verfahrensvariante vorgeschlagen, Strom, Spannung und Temperatur des Energiespeichers während des Anlassvorganges zu bestimmen.

Gleichzeitig wird eine Differenzierung des gemessenen Stroms nach der Zeit vorgenommen, um so einen relativen Stromextremwert – beispielsweise ein Stromminimum oder Strommaximum – bestimmen zu können. Beim Auftreten eines solchen Stromextremwertes wird der entsprechend anliegende Spannungswert gespeichert. Aus Spannung und Temperatur wird schließlich entweder durch eine Rechenvorschrift oder eine Tabellen-Transformation (Kennfeldabfrage) ein Maß für den Ladezustand des Energiespeichers und die Wiederstartfähigkeit des gesamten Systems bestimmt. Die Messung zur Bestimmung des Ladezustandes wird schließlich beendet, wenn ein vorgegebenes Kriterium vorliegt. Ein solches kann beispielsweise der Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne oder aber ein den Start der Brennkraftmaschine anzeigenches Signal – beispielsweise die Überschreitung einer vorgegebenen Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine – sein.

[0011] Anstelle des Stromes kann auch die Drehzahl der Brennkraftmaschine während des Anlassvorganges gemes-

sen und nach der Zeit differenziert werden, um relative Extremwerte zu bestimmen, wobei dann die Spannungswerte beim Erreichen der Extremwerte der Drehzahl abgespeichert werden. Anstelle einer indirekten Ermittlung der Totpunktage durch Strom- oder Drehzahlextremwerte kann die Totpunktage auch direkt durch einen Totpunktsensor ermittelt werden.

[0012] Bei der Verfahrensvariante gemäß Patentanspruch 7 wird im Wesentlichen der Innenwiderstand des elektrischen Energiespeichers als Maß für dessen Ladezustand bestimmt. Grundsätzlich ist die Messung des Innenwiderstandes zur Bestimmung des Ladezustandes nicht neu. Die erfundungsgemäß vorgeschlagene Verfahrensvariante trägt aber in besonderer Weise den Gegebenheiten während eines Anlassvorganges einer Brennkraftmaschine Rechnung. So ist beispielsweise bei Versuchen festgestellt worden, dass nach Beginn des Anlassvorganges der differentielle Innenwiderstand des elektrischen Energiespeichers extrem klein ist. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne oder nach einer Stromspitze beim sogenannten Einspuren des Anlassers, also nach dem Ansteigen des Innenwiderstandes, die Auswertung von Strom und Spannung zu beginnen. Da weiterhin eine Änderung des Innenwiderstandes während des Anlassvorganges festgestellt werden konnte, wird die Erfassung von Strom und Spannung wiederholt. Auf der Basis dieser wenigstens zwei Wertepaare wird eine Ist-Charakteristik für den jeweiligen zeitlichen Verlauf des Innenwiderstandes berechnet. Eine solche Charakteristik kann in einem Strom-Spannungs-Diagramm beispielsweise eine die Messpunkte miteinander verbindende Gerade oder – bei Erfassung mehrerer Wertepaare – eine Kurve sein. Die so bestimmte Ist-Charakteristik wird mit Referenzcharakteristika verglichen, die in einer Steuereinheit abgelegt sind und einer den Ladezustand des elektrischen Energiespeichers bzw. die Wiederstartfähigkeit des Systems charakterisierende Kenngröße zugeordnet sind. Auf der Basis der so bestimmten Kenngrößen kann dann entschieden werden, ob für Brennkraftmaschinen mit einer sogenannten Abschaltautomatik beispielsweise bei einem Ampelstopp eine automatische Abschaltung erfolgen darf oder nicht.

[0013] Anhand eines hier schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels für eine Brennkraftmaschine werden die erfundungsgemäßen Verfahrensvarianten im Einzelnen näher erläutert. Die Zeichnung zeigt zu diesem Zweck in

[0014] Fig. 1 eine zur Durchführung der erfundungsgemäßen Verfahren geeignete Brennkraftmaschine nebst Anlasser und elektrischen Energiespeicher,

[0015] Fig. 2 beispielhaft den Verlauf von Strom, Spannung und Motordrehzahl über der Zeit während eines Anlaßvorganges und

[0016] Fig. 3 ein Diagramm, welches den Zusammenhang von Strom und Spannung während eines Anlaßvorganges beschreibt.

[0017] Man erkennt in Fig. 1 eine Brennkraftmaschine 1 mit einer Schwungmasse 2. Diese weist an ihrem Außenumfang einen Zahnkranz 3 auf, der mit einem Antriebsritzel 4 eines Anlassers 5 kämmt. Der Schwungmasse 2 sind hier ein Drehzahlsensor 6 und ein Totpunktgeber 6a zugeordnet, deren Signale über Leitungen 7 und 7a einer Steuereinrichtung 8 zugeführt werden. Diese erhält auch Signale von Sensoren 9 und 10, durch die beispielsweise der Stillstand eines die Brennkraftmaschine 1 aufnehmenden Fahrzeugs (hier nicht dargestellt) anzeigbar ist. Für die Erfahrung ebenfalls von Bedeutung sind eine Strommeßvorrichtung 11 und eine Spannungsmeßvorrichtung 12, die einem elektrischen Energiespeicher 13 zugeordnet sind und der Steuereinrichtung 8 Signale zuführen. Ein mit 14 bezeichneter Temperatursen-

sor meldet der Steuereinheit 8 die Temperatur der in dem elektrischen Energiespeicher 13 befindlichen Säure. Anstelle des Temperatursensors 14 ist auch eine Temperatursensorik vorstellbar, die einem Bauteil zugeordnet ist, dessen Temperaturverhalten mit demjenigen des Energiespeichers 13 eng korreliert. Ein solches Bauteil kann beispielsweise ein in einem Wasserkasten des Fahrzeuges untergebrachtes Steuergerät sein. Durch einen mit 15 bezeichneten Widerstand sollen weitere elektrische Verbraucher an Bord eines Fahrzeugs symbolisiert werden. Mit "G" ist ein durch die Brennkraftmaschine 1 antreibbarer Generator bezeichnet. Mittels eines mit der Steuereinheit 8 verbundenen Anlasserschalters 16 kann der Anlasser 5 aktiviert und somit die Brennkraftmaschine 1 in Betrieb genommen werden. Eine der Brennkraftmaschine 1 zugeordnete Abschaltvorrichtung 16a ist ebenfalls durch die Steuereinheit 8 beaufschlagbar. Darüber hinaus ist diese mit einer Anzeigevorrichtung 17 verbunden, auf der mehrere den Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1 charakterisierende Größen ausgegeben werden können. Es sind überdies hier noch eine optische und eine akustische Meldevorrichtung 17a bzw. 17b an die Steuereinheit 8 angeschlossen, damit bei Unterschreitung eines vorgegebenen Mindestwertes für den Ladezustand Alarmsignale erzeugt werden können. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in der Fig. 1 darauf verzichtet, die Verwendung der Steuereinheit 8 zu anderen Zwecken wie beispielsweise Regelung der Gemischzufuhr zeichnerisch darzustellen.

[0018] Für die Strommeßvorrichtung 11 wird hier ein Meßprinzip gewählt, bei dem an einem Shunt eine der Stromstärke proportionale Spannung abfällt. Statt eines solchen Shunts ist es aber auch denkbar, den Spannungsabfall an einem Batteriekabel von der Polklemme bis zu einem vorgegebenen Spannungsabgriffpunkt zu bestimmen. Bei den in der Regel verwendeten Kupferkabeln ist jedoch zu beachten, daß der spezifische elektrische Widerstand von Kupfer temperaturabhängig ist und demzufolge zusätzlich die Kabeltemperatur für die Bestimmung des Widerstandes mitzuerfassen ist. Beim Vorhandensein mehrerer Strompfade ist jeweils in allen Pfaden der Strom zu erfassen. Dabei kommen auch Strommeßvorrichtungen in Betracht, deren Meßprinzip auf dem Hall-Effekt oder der, Sensierung magnetischer Felder beruhen. Die Strommessung kann auf der Plus- oder Minus-Seite des Energiespeichers 13 erfolgen.

[0019] Anhand des in der Fig. 1 dargestellten Systems aus Brennkraftmaschine 1, Anlasser 5 und elektrischem Energiespeicher 13 wird nachfolgend die erste erfundungsgemäße Verfahrensvariante zur Bestimmung des Ladezustands des elektrischen Energiespeichers 13 beschrieben.

[0020] Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Diagramm sind die mit der Spannungsmeßvorrichtung 12, der Strommeßvorrichtung 11 und dem Motordrehzahlsensor 6 gemessenen Größen über der Zeit aufgetragen. Eine kurze Zeitspanne nach  $t_0$  erfolgt eine Beaufschlagung des Anlasserschalters 16 durch die Steuereinheit 8. Daraufhin schließt zum Zeitpunkt  $t_1$  der Kontakt des Anlasserschalters 16. Aus der mit 18 bezeichneten Stromkurve ist ein steiler Anstieg des aus dem elektrischen Energiespeicher 13 fließenden Stroms ersichtlich. Damit einhergehend ist ein vorübergehender Einbruch der Spannung ausgehend vom Anfangswert  $U_0$  bis zum vorübergehenden Zwischenwert  $U_{min}$  (siehe Spannungskurve 19). Eine Drehzahlkurve 20 zeigt den vom Anlasser 5 der Brennkraftmaschine 1 aufgezwungenen Drehzahlverlauf und verdeutlicht, wie ungefähr zum Zeitpunkt  $t_2$  die Brennkraftmaschine 1 aus eigener Kraft hochläuft.

[0021] Die Stromkurve 18 zeigt zu den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  deutlich zwei relative Maxima. Diese Stellen zeigen für jeweils einen Hubkolben den Durchlauf einer Totpunkt-

lage an. Da zu diesen Zeitpunkten die zeitliche Änderung des Stroms sehr klein oder Null ist, lassen sich also durch ein- oder zweimalige Differenzierung des Stroms nach der Zeit die Durchläufe der Totpunktlagen gut bestimmen.

[0022] Ergänzend oder alternativ könnten die Zeitpunkte  $t_2$  und  $t_3$  auch aus den Signalen des Totpunktgebers 6a oder durch Differenzierung der von dem Drehzahlsensor 6 gelieferten Signale bestimmt werden.

[0023] Erfinderseitig wurde nun festgestellt, daß aus den zu den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  gemessenen Spannungen sowie Säuretemperaturen der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers 13 sehr gut bestimmbar ist. Zu den Zeitpunkten  $t_2$  und  $t_3$  werden deshalb in der Steuereinrichtung 8 die entsprechenden Meßwerte gespeichert und anschließend in eine den Ladezustand charakterisierende Größe umgerechnet. Die Messung wird schließlich beendet, wenn der Anlaßvorgang als solcher beendet ist. Dies kann beispielsweise dadurch festgestellt werden, daß der Motordrehzahlssensor 6 die Überschreitung einer vorgegebenen Grenzdrehzahl anzeigt, die durch den Anlasser 5 allein nicht erreicht werden kann. Ein Kriterium zur Beendigung der Messung kann aber auch der Ablauf einer fest vorgegebenen Zeitspanne sein. Ein weiteres Kriterium könnte die Häufigkeit der auftretenden relativen Maxima sein. Tritt beispielsweise ein relatives Maximum mehrmals auf, könnte die Zahl 2 als Kriterium herangezogen werden.

[0024] Die zweite erfundungsgemäße Verfahrensvariante wird mit Hilfe der Fig. 3 näher beschrieben. Diesem Diagramm lag dieselbe Meßreihe zugrunde wie demjenigen in Fig. 2. Es wurde allerdings eine andere Darstellungsweise gewählt. In der Fig. 3 ist die von der Spannungsmessvorrichtung 12 gemessene Klemmenspannung über dem Strom aufgetragen. Der Zusammenhang von Strom und Spannung wird aus einer hier mit 21 bezeichneten Widerstandslinie ersichtlich. Bei erforderlichen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß sich der Verlauf dieser Widerstandslinie je nach Typ, Temperatur, Alter, Vorgesichte und Bauart des elektrischen Energiespeichers 13 in einer dessen Ladezustand charakterisierenden Weise ändert. Erfundungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, den Verlauf dieser Widerstandslinie dadurch nachzubilden, daß zunächst wenigstens zwei Wertepaare für Strom und Spannung bestimmt werden, aus denen dann eine Ist-Charakteristik für den zeitlichen Verlauf des Innenwiderstands errechnet wird. Die so bestimmte Ist-Charakteristik wird in der Steuereinrichtung 8 mit Referenzcharakteristika verglichen, die zuvor für den jeweiligen Typ des elektrischen Energiespeichers 13 experimentell bestimmt worden sind und nun in der Steuereinrichtung 8 einer den Ladezustand des elektrischen Energiespeichers 13 charakterisierenden Kenngröße zugeordnet sind. Anhand dieser Kenngröße kann dann in der Steuereinrichtung 8 entschieden werden, ob bei einer Brennkraftmaschine 1 mit Abschaltautomatik beispielsweise bei einer Bergabfahrt oder bei einem Ampelstop deren automatische Abschaltung erfolgen soll oder nicht.

[0025] Zur Erhöhung der Aussagegenauigkeit der erfundungsgemäß berechneten Ist-Charakteristik ist es von Vorteil, wenn die der Berechnung zugrundeliegenden Meßpunkte beim Beschleunigen des Schwunggrades, also im Zeitintervall von  $t_x$  bis zum Zeitpunkt  $t_y$ , bestimmt werden. Maßgeblich ist dabei jeweils die Unterschreitung vorgegebener Stromwerte. Im vorliegenden Falle wurden insgesamt vier Wertepaare für Strom und Spannung erfaßt. Als feste Bezugspunkte wurden hier einmal für den Strom die Werte 250 und 500 Ampere sowie für die Spannung die Werte 10 und 8 Volt gewählt. Zu diesen festen Bezugswerten wurde beim Anlaßvorgang jeweils der zugehörige Wert des Wertepaars erfaßt. Auf diese Weise ergeben sich vier Stützstellen,

len, auf deren Basis eine Ist-Charakteristik berechnet werden kann.

[0026] Die Aussagegenauigkeit der berechneten Ist-Charakteristik kann beispielsweise dadurch verbessert werden, daß durch die zusätzliche Erfassung weiterer Zustandsgrößen Korrekturgrößen gebildet werden können, die in die Berechnung der Ist-Charakteristik einfließen. Solche Zustandsgrößen können beispielsweise der Strom unmittelbar vor dem Anlaßvorgang sowie eine Hilfsgröße sein, die Ausgleichsvorgänge in dem Energiespeicher 13 beschreibt. Eine weitere Möglichkeit ist die Berücksichtigung einer Korrekturgröße, die aus der Integration gemessener Ströme über der Zeit bestimmt wird. Diese Maßnahme empfiehlt sich für beide Verfahrensvarianten. Dazu wird zweckmäßigerweise zwischen den Anlaßvorgängen durch zeitliche Integration des Batteriestromes der Ladezustand des Energiespeichers 13 fortgeschrieben. Auch in diesem Fall sind die jeweiligen Korrekturgrößen für einzelne Bauarten von elektrischen Energiespeichern experimentell zu bestimmen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers (13), aus dem ein Anlasser (5) einer von einer Steuereinrichtung (8) beeinflussbaren Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) und/oder andere elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie versorgbar sind, mit dem Verfahrensschritt

- Messung der Spannung während des Anlaßvorgangs,
- Messung der Temperatur des Energiespeichers (13),
- Erfassung wenigstens eines Zeitpunktes, der in Beziehung steht zum Durchlauf wenigstens eines Hubkolbens durch eine Totpunktage,
- Speicherung wenigstens eines Spannungswertes zu demjenigen Zeitpunkt gemäß Schritt c),
- Umrechnung des Spannungswertes in eine den Ladezustand charakterisierende Größe,
- Beendigung der Messung beim Vorliegen eines vorgegebenen Kriteriums,

dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Schrittes c)

- auch der aus dem Energiespeicher (13) abfließende Strom gemessen wird,
- der gemessene Strom wenigstens einmal nach der Zeit differenziert wird,

und eine Speicherung gemäß Schritt d) dann erfolgt, wenn der Stromverlauf über der Zeit einen relativen Extremwert ( $dJ/dt = 0$ ) oder einen Wendepunkt ( $d^2J/dt^2 = 0$ ) aufweist.

2. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands eines elektrischen Energiespeichers (13), aus dem ein Anlasser (5) einer von einer Steuereinrichtung (8) beeinflussbaren Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) und/oder andere elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie versorgbar sind, mit dem Verfahrensschritt

- Messung der Spannung während des Anlaßvorgangs,
- Messung der Temperatur des Energiespeichers (13),
- Erfassung wenigstens eines Zeitpunktes, der in Beziehung steht zum Durchlauf wenigstens eines Hubkolbens durch eine Totpunktage,
- Speicherung wenigstens eines Spannungswertes zu demjenigen Zeitpunkt gemäß Schritt c),
- Umrechnung des Spannungswertes in eine den Ladezustand charakterisierende Größe,

- f) Beendigung der Messung beim Vorliegen eines vorgegebenen Kriteriums,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Schrittes c)
- c1) die Drehzahl der Hubkolben-Brennkraftmaschine während des Anlassvorgangs gemessen wird,
  - c2) die gemessene Drehzahl nach der Zeit differenziert wird,
- und eine Speicherung gemäß Schritt d) dann erfolgt, wenn der Drehzahlverlauf über der Zeit einen relativen Extremwert annimmt.
3. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands eines elektrischen Energiespeichers (13), aus dem ein Anlasser (5) einer von einer Steuereinrichtung (8) beeinflussbaren Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) und/oder andere elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie versorgbar sind, mit dem Verfahrensschritt
- a) Messung der Spannung während des Anlassvorgangs,
  - b) Messung der Temperatur des Energiespeichers (13),
  - c) Erfassung wenigstens eines Zeitpunktes, der in Beziehung steht zum Durchlauf wenigstens eines Hubkolbens durch eine Totpunktstlage,
  - d) Speicherung wenigstens eines Spannungswertes zu demjenigen Zeitpunkt gemäß Schritt c),
  - e) Umrechnung des Spannungswertes in eine den Ladezustand charakterisierende Größe,
  - f) Beendigung der Messung beim Vorliegen eines vorgegebenen Kriteriums,
- dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Schrittes c) die Signale eines der Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Totpunktssensors ausgewertet werden.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kriterium gemäß Verfahrensschritt f) aus einer den Start der Brennkraftmaschine (1) anzeigenenden Größe abgeleitet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Kriterium aus der Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) oder der Anzahl der gemäß Verfahrensschritt c) bestimmten relativen Maxime abgeleitet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kriterium gemäß Verfahrensschritt f) der Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne ist.
7. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands eines elektrischen Energiespeichers (13), aus dem ein Anlasser (5) einer aus einer Steuereinrichtung (8) beeinflussten Brennkraftmaschine (1) und/oder andere elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie versorgbar sind, mit dem Verfahrensschritt
- a) Messung der am elektrischen Energiespeicher (13) anliegenden Spannung während des Anlassvorganges,
  - b) Messung der Temperatur des Energiespeichers (13),
- gekennzeichnet durch die weiteren Verfahrensschritte:
- c) Messung auch des aus dem Energiespeicher (13) abfließenden Stroms,
  - d) bezogen auf den Anfangszeitpunkt des Anlassvorgangs nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne zeitgleiche Erfassung eines Stromwertes mit zugehörigem Spannungswert,
  - e) wenigstens eine Wiederholung des Schrittes d)

- f) Berechnung einer Ist-Charakteristik für den zeitlichen Verlauf des Innenwiderstands des Energiespeichers (13) aus den zu d) und e) erfassten Wertepaaren,
- g) Vergleich der gemäß f) berechneten Ist-Charakteristik mit Referenzcharakteristika, die in der Steuereinrichtung (8) abgelegt und einer den Ladezustand des Energiespeichers (13) charakterisierenden Kenngröße zugeordnet sind.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine weitere Zustandsgröße mess-technisch erfasst wird, die als Korrekturgröße in der Berechnung gemäß Verfahrensschritt f) berücksichtigt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsgröße die Temperatur der Säure des elektrischen Energiespeichers oder die Leerlaufspannung  $U_0$  des elektrischen Energiespeichers ist.
10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für die Berechnung gemäß Verfahrensschritt f) der zeitliche Verlauf des graduierten  $dU/dt$  als Korrekturgröße berücksichtigt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine automatische Abschaltung der Brennkraftmaschine unterbleibt, wenn die Ladung des elektrischen Energiespeichers (13) einen vorgebbaren Mindestwert unterschreitet.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine akustische und/oder optische Anzeigevorrichtung (17) aktiviert ist, wenn der vorgegebene Mindestwert für den Ladezustand unterschritten worden ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass für eine automatisch abgeschaltete Brennkraftmaschine (1) beim Unterschreiten eines vorgegebenen Mindestwertes für den Ladezustand des Energiespeichers (13) eine Steuereinrichtung (8) einen Anlasser selbsttätig zum Wiederausschalten der Brennkraftmaschine beaufschlagt, wenn kein Getriebegang geschaltet ist.
14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7, umfassend eine Spannungsmessvorrichtung (12) zur Messung der am elektrischen Energiespeicher (13) anliegenden Spannung während des Anlassvorganges, eine Strommessvorrichtung (10) zur Messung des aus dem Energiespeicher (13) abfließenden Stroms, einen Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur der Säure des Energiespeichers (13) und eine Steuereinrichtung (8), wobei mittels der Strommessvorrichtung (11) und der Spannungsmessvorrichtung (12) nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne bezogen auf den Anfangszeitpunkt des Anlassvorganges mindestens zu zwei Zeitpunkten gleichzeitig Strom und Spannung des Energiespeichers ermittelbar sind, wobei aus den Wertepaaren in der Steuereinrichtung (8) eine Ist-Charakteristik für den zeitlichen Verlauf des Innenwiderstands des Energiespeichers (13) berechnet und mit einer Referenzcharakteristika verglichen wird, die in der Steuereinrichtung abgelegt und einer den Ladezustand des Energiespeichers (13) charakterisierenden Kenngröße zugeordnet sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

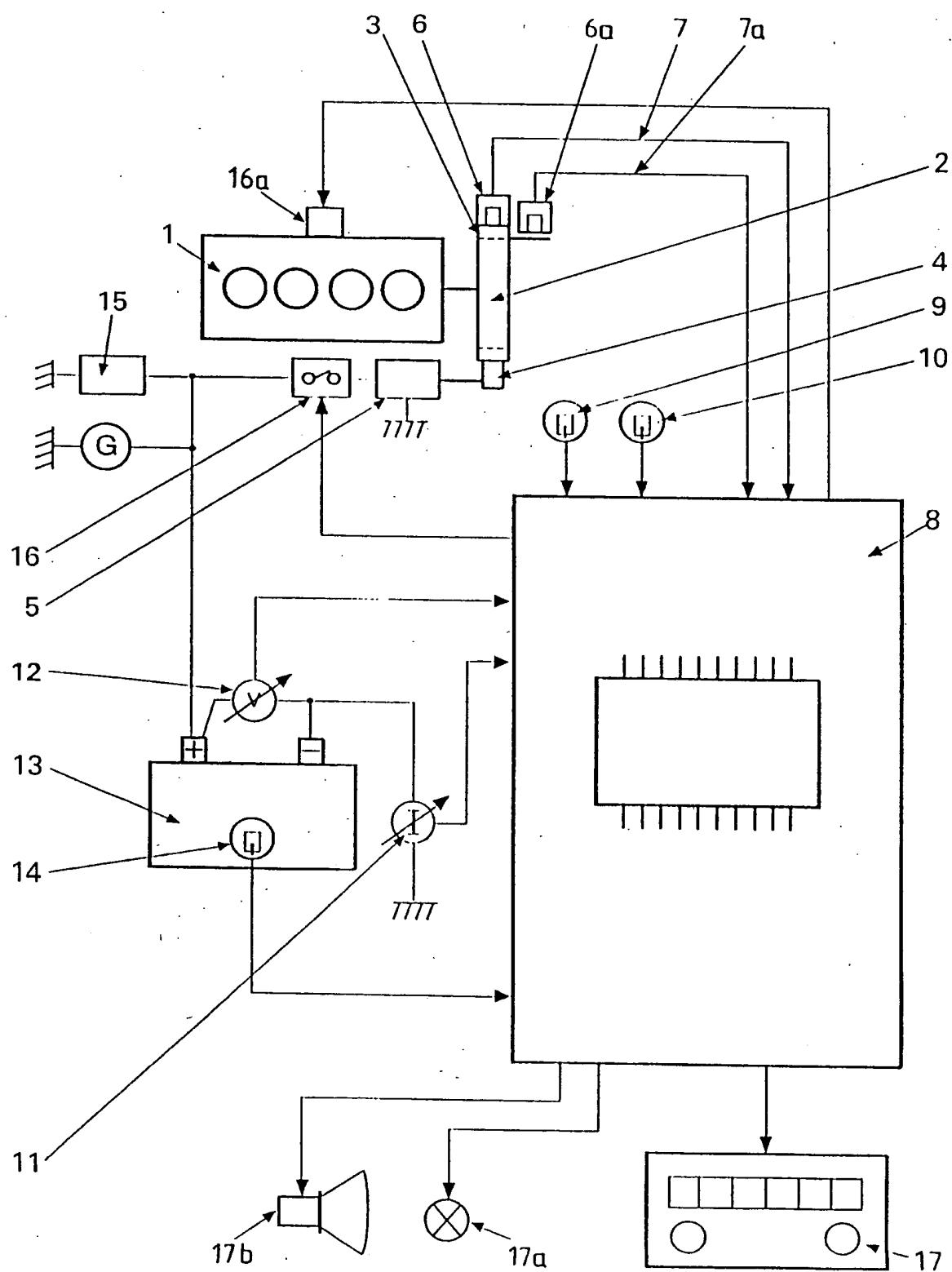


FIG 1

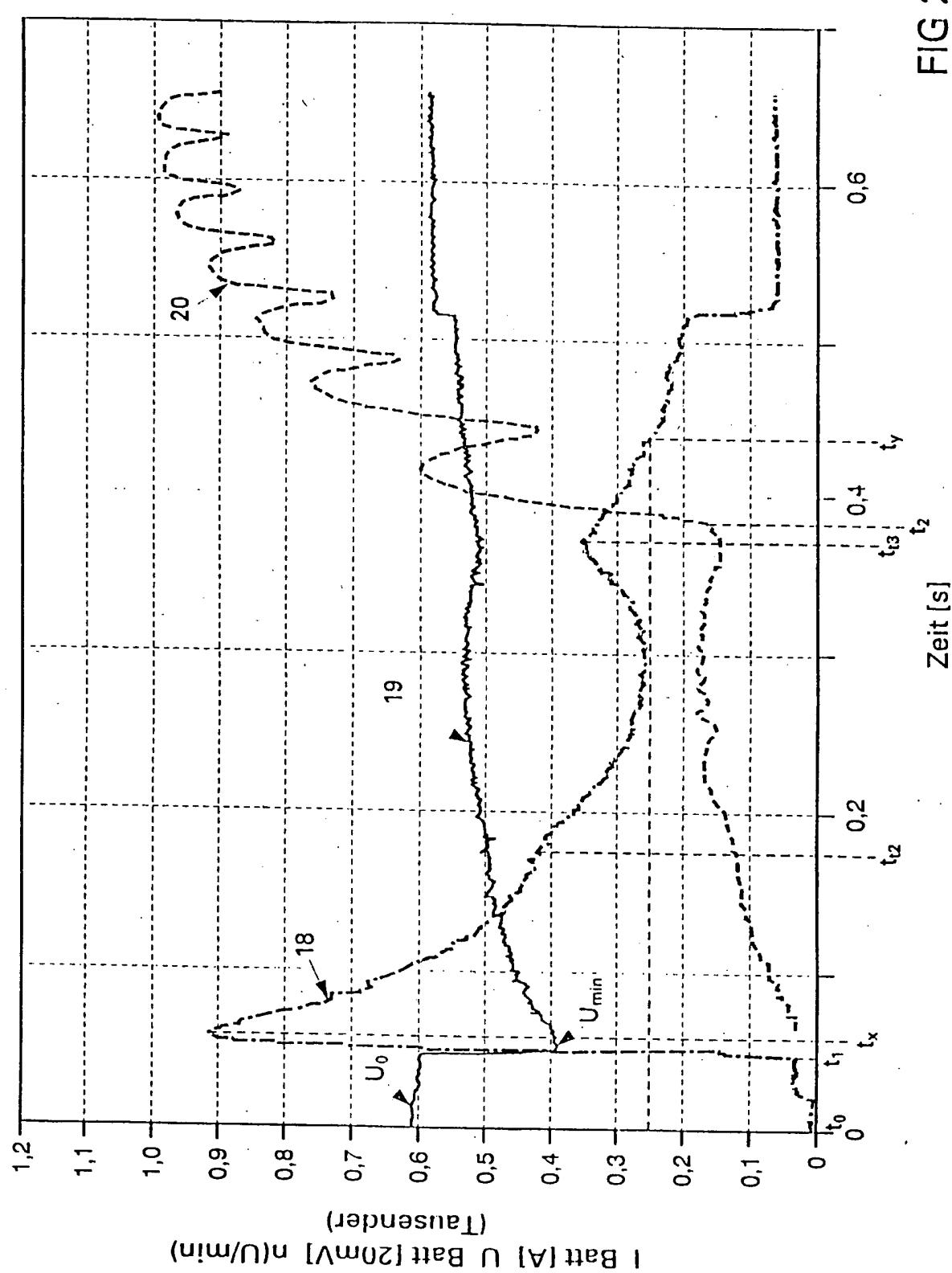


FIG 2

Zeit [s]

Spannung über Strom

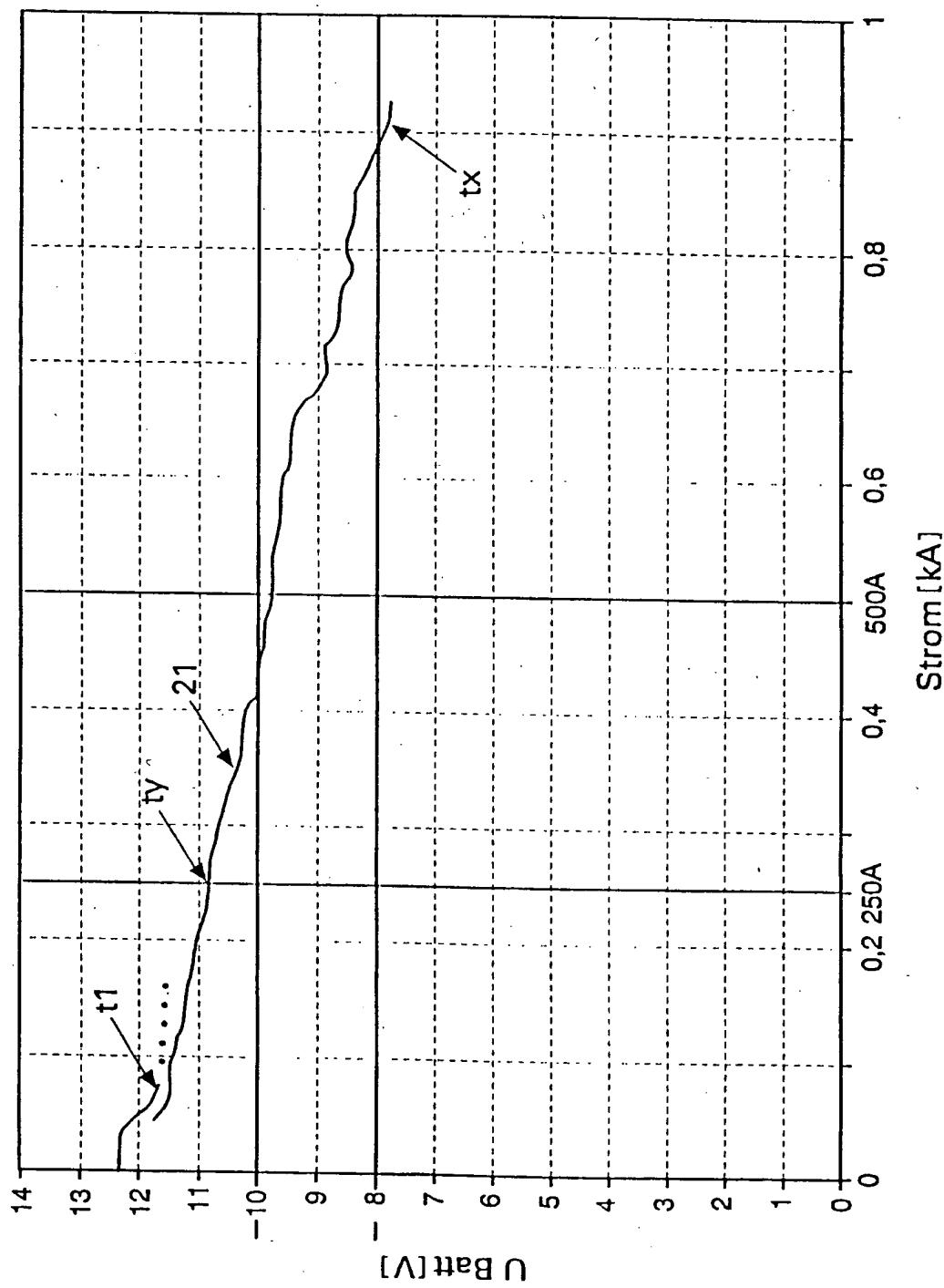


FIG 3